

طراحی و پیاده‌سازی یک مدل GIS مبنا برای برنامه‌ریزی اسکان موقت در مدیریت بحران زلزله شهر بابل

یاسر ابراهیمیان قاجاری^۱

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۸/۱۰/۲۲

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۰۳/۲۶

چکیده

برنامه‌ریزی اسکان موقت زلزله با هدف کاهش آسیب‌های ثانویه زمین‌لرزه همواره یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان و مدیران شهری بوده است. در گذشته برنامه‌ریزی اسکان موقت صرفاً با توجه به اصولی مانند خالی بودن زمین یا بدون مالک بودن آن صورت می‌گرفته، اما امروزه این کار با استفاده از فناوری‌های نوین مانند GIS و با در نظر گرفتن معیارهای متعدد مکانی و توصیفی انجام می‌شود. با توجه به اینکه تاب‌آوری شهری از مهمترین شاخه‌های مدیریت بحران شهری می‌باشد، لذا ارزیابی خطرپذیری و برنامه‌ریزی برای کاهش آن از جمله مکانیابی اسکان موقت (به عنوان یکی از اصول تاب‌آوری شهری) بسیار ضروری است. با بررسی‌های صورت گرفته شهر بابل وضعیت مناسبی از نظر اسکان موقت زلزله زدگان ندارد که آن هم، به دلیل عدم توجه به لحاظ نمودن این مراکز مهم در برنامه‌ریزی شهری می‌باشد. در تحقیق حاضر، نظرات کارشناسان خیره با تخصص‌های مهندسی سازه، زلزله، شهرسازی، مدیریت بحران، پدافند غیرعامل، ترافیک و حمل و نقل مورد استفاده قرار گرفته و معیارهای مؤثر در مکانیابی مراکز اسکان موقت استخراج و وزن‌دهی شدند. سپس با استفاده از توابع تحلیلی GIS، نقشه‌های معیار تولید و با ترکیب آن‌ها بهترین مناطق برای اسکان موقت (پس از زلزله احتمالی) در شهر بابل مشخص شد. با تحلیل نتایج مشخص شد که تنها ۷ درصد از محدوده شهر بابل برای اسکان موقت مناسب است. این مناطق با توجه به سایر استانداردهای اسکان موقت مورد بررسی قرار گرفتند که در نهایت شش محل و در مجموع ۱۰۷ هکتار (کمتر از ۴ درصد) برای اسکان موقت مناسب تشخیص داده شد. اگرچه این ۱۰۷ هکتار در حال حاضر می‌تواند پاسخگوی نیاز شهر بابل با توجه به جمعیت کنونی آن باشد، اما اگر نرخ رشد جمعیت شهر بابل و از طرفی افزایش ساخت و ساز و در نتیجه آن کاهش فضای مناسب برای اسکان موقت در نظر گرفته شود، قطعاً در آینده‌ای نزدیک شهر بابل با کمبود فضای مناسب جهت اختصاص به اسکان موقت زلزله‌زدگان مواجه خواهد بود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت بحران، زلزله، برنامه‌ریزی اسکان موقت، GIS، تصمیم‌گیری چندمعیاره، تئوری مجموعه‌های فازی، بابل

۱- مقدمه

مکاران، ۲۰۱۹).

ضرورت انجام تحقیقات در زمینه برنامه ریزی اسکان موقت از آنجا مشخص می شود که تاب آوری شهری یکی از شاخه‌های اصلی مدیریت بحران شهری می باشد (پتیدیس و مکاران، ۲۰۱۸؛ بانیکا و مکاران، ۲۰۱۷). با نگاهی اجمالی به اصول ده‌گانه تاب آوری شهرها در برابر مخاطرات، چند اصل که بی ارتباط با این تحقیق نیست مشخص می شود. از جمله این اصول می توان به تهیه برنامه‌های ارزیابی خطرپذیری، حفاظت از زیرساخت‌های حیاتی و اجرای اصول برنامه‌ریزی کاربری اراضی مطابق با خطرپذیری‌های احتمالی اشاره داشت (پیتون و جانستون، ۲۰۱۷؛ مرو و مکاران، ۲۰۱۶). با مرور تنها این سه اصل می توان دریافت از آنجا که شدت و ابعاد وقوع حوادث در شهرهای امروزی اغلب وسیع است، حجم تقاضای ایجاد شده برای عملیات امداد و نجات نیز بسیار زیاد است و مراکز امداد رسانی که در حالت عادی نیازهای شهر را تأمین می کنند، عمدتاً برای پاسخگویی در حین بحران کافی نیستند (آمیدو و مکاران، ۲۰۱۸؛ اندرسون و مکاران، ۲۰۱۸). به عنوان نمونه می توان به عدم وجود مراکز اسکان موقت در زلزله بم و کرمانشاه اشاره نمود که مشکلات زیادی را به وجود آورد.

مجموعه عوامل فوق از جمله دلایل انجام تحقیق حاضر شد که هدف اصلی آن برنامه ریزی مکانی اسکان موقت در مدیریت بحران زلزله در شهر بابل می باشد. اگرچه تحقیقات زیادی در زمینه برنامه‌ریزی اسکان موقت در ایران و جهان انجام شده است، اما همچنان فقدان یک الگوی کارآمد برای برنامه‌ریزی و مکان‌گزینی اسکان موقت پس از زلزله در اکثر شهرهای ایران به ویژه بابل احساس می شود. در تحقیق حاضر، نظرات کارشناسان خبره مورد استفاده قرار گرفته و معیارهای مؤثر در مکانیابی مراکز اسکان موقت، استخراج و وزن‌دهی شدند. سپس با استفاده از توابع تحلیلی GIS نقشه‌های معیار تولید و با ترکیب آن‌ها بهترین مناطق برای اسکان موقت در شهر بابل مشخص شد. با توجه به عدم قطعیت‌های موجود در نظر کارشناسان

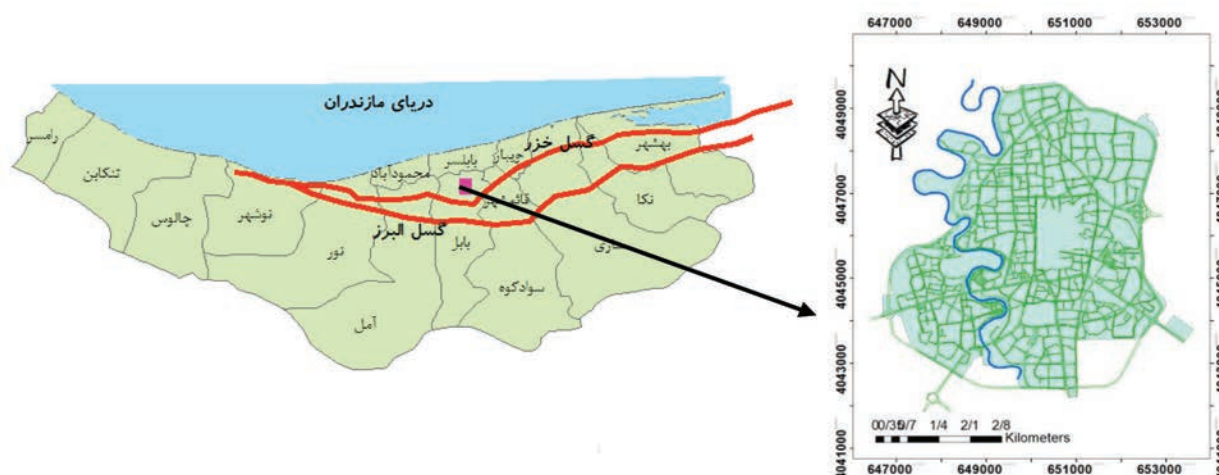
مخاطرات طبیعی بخشی از جهان پیرامونی بوده و زندگی بشر بدون در نظر گرفتن این مخاطرات غیرقابل تصور خواهد بود. با توسعه زندگی اجتماعی به ویژه شهرنشینی و گسترش روزافزون شهرها ابعاد این حوادث و گستردگی آنها دوچندان یافته است. زلزله یکی از مهمترین مخاطرات طبیعی است که سالانه جان بسیاری از انسان‌ها را می گیرد. پیش‌بینی زلزله هنوز به طور قطعی امکان پذیر نیست، اما می توان با پهنه بندی خطر زلزله با استفاده از فناوری‌های جدید مانند GIS، مناطق با خطر بالا را شناسایی کرد و تدابیری برای مقابله با وضعیت بحرانی آن‌ها در هنگام وقوع زلزله اندیشید (پورتاسمی، ۲۰۱۹). ایران با توجه به قرار گرفتن در مسیر کمربند کوه‌زایی آلپ- هیمالیا و برخورداری از اقلیم متغیر و ناپایداری‌های موقت و مقطعی، در طول تاریخ زلزله را در بیشتر شهرها تجربه کرده است (صدیقی و سلمانی، ۲۰۱۹). شهر بابل نیز مانند سایر شهرهای ایران از این قاعده مستثنی نبوده و بررسی وضعیت شهر از نظر آسیب‌پذیری زلزله و برنامه‌ریزی اسکان موقت در آن مانند سایر شهرهای ایران لازم و ضروری است (رضایی و چوب بستی، ۲۰۱۸؛ چوب بستی و مکاران، ۲۰۱۷؛ ابراهیمیان و مکاران، ۲۰۱۶). برنامه‌ریزی اسکان موقت با هدف مدیریت بحران و کاهش آسیب‌های ثانویه زمین‌لرزه همواره یکی از دغدغه‌های اصلی برنامه‌ریزان شهری بوده است. در گذشته سیاست ایجاد مراکز اسکان موقت و سایت‌های امداد رسانی، بدون برنامه خاص و بدون برنامه‌ریزی، به گونه‌ای که برای ایجاد هر منطقه امداد و اسکان در محدوده‌های شهری مهمترین اصل، خالی بودن زمین، بدون مالک بودن آن یا مواردی از این قبیل بوده است که طبیعتاً آن روش‌ها کارایی لازم را نداشته‌اند (کوئتراس و مکاران، ۲۰۱۸؛ ژانگ و مکاران، ۲۰۱۶). اما امروزه با پیشرفت‌های صورت گرفته در فناوری‌هایی مانند GIS، می توان با در نظر گرفتن پارامترها و معیارهای مؤثر، برنامه‌ریزی در این خصوص را به بهترین نحو انجام داد، چرا که بسیاری از این معیارها ماهیت مکانی دارند (سانگ و

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)
طراحی و پیاده‌سازی یک مدل GIS مبنای برای ... / ۳۱

از زلزله را در شهر مهاباد انجام دادند. نتایج تحقیق نشان دهنده عدم توزیع مناسب فضاهای مورد نظر در سطح شهر و کمبود فضاهای باز کافی از جمله پارک‌ها و فضاهای باز شهری جهت استقرار آسیب دیدگان زلزله در سطح شهر مهاباد بود. آناند و همکاران (۲۰۱۵) در مطالعه‌ای مروری، به مکان‌یابی محل اسکان موقت آسیب دیدگان پس از زلزله پرداخته و مدل‌های مختلف استفاده شده تاکنون برای تعیین محل اسکان موقت آسیب دیدگان را بررسی نمودند. در تحقیق مذکور، اصول انتخاب مکان مناسب اسکان، ملاحظات طراحی، حداقل استانداردهای مورد نیاز برای آسیب دیدگان شامل خدمات پایه مانند تأسیسات بهداشتی، حمل و نقل و دسترسی‌ها ارائه شد. آنهورن و خزای (۲۰۱۵) به تحلیل فضاهای باز شهری برای اسکان اضطراری پس از زلزله در شهر کاتماندا پایتخت کشور نپال پرداخته و در آن شاخص‌هایی برای تحلیل فضاهای باز شهری ارائه نمودند. در این تحقیق، مشخص شد از بین ۴۱۰ فضای باز شهری در کلان شهر کاتماندا، ۱۰/۷ درصد مناسب اسکان اضطراری پس از زلزله هستند. بوذرمهری و همکاران (۱۳۹۴)، در بخش مرکزی شهرستان فاروج، مکان‌یابی بهینه پایگاه اسکان موقت در مدیریت بحران نواحی روستایی را انجام دادند. نتایج تحقیق نشان داد روستاهای مایوان و چری بالاترین امتیاز را برای مکان‌یابی پایگاه اسکان موقت، کسب کرده‌اند و دو روستای آق چشمه و ارمود آقچی از شرایط نامناسبی برای این منظور برخوردار بوده‌اند. راد و وفائی‌نژاد (۱۳۹۴)، به مکان‌یابی مراکز اسکان موقت با استفاده از یک سیستم حامی تصمیم‌گیری GIS مبنای روش‌های تحلیل سلسله مراتبی، تاپسیس و ویکور در منطقه ۸ شهرداری اصفهان پرداختند. هادوی و همکاران (۲۰۱۴)، به بررسی مکان‌های بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله برای منطقه شش کلانشهر تهران به کمک روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره پرداختند و نتیجه گرفتند که علی‌رغم کمبود مکان مناسب برای اسکان موقت در منطقه شش تهران، ایستگاه‌های مترو و کاربری‌های مناسب مانند پارک‌ها و فضاهای سبز در

از تئوری مجموعه‌های فازی برای مدیریت عدم قطعیت استفاده شد. لازم به ذکر است که تحقیق حاضر اولین تحقیق در رابطه با برنامه‌ریزی مکانی اسکان موقت در شهر بابل می‌باشد.

تحقیقات متنوعی در زمینه برنامه‌ریزی اسکان موقت برای مدیریت بحران زلزله در ایران و جهان انجام شده است که در ادامه تنها به جدیدترین تحقیقات در چند سال گذشته اشاره خواهد شد. بوستانی و همکاران (۲۰۱۸) در تحقیقی به تعیین و اولویت بندی عوامل تأثیرگذار بر موقعیت بهینه محل‌های اسکان موقت با استفاده از نظر متخصصان و روش دلفی فازی پرداختند. نتیجه تحقیق سه معیار اصلی شامل عوامل زیرساختی، دسترسی و پایداری و ۱۱ زیرمعیار بوده که بیشترین وزن مربوط به دسترسی بوده است. مطالعه موردی منطقه ۶ تهران در نظر گرفته شد که در سناریوهای مختلف فعالیت زلزله در تهران، تعداد آوارگان نیازمند پناهگاه، مساحت فضای مورد نیاز و مکان‌های مناسب برای ساخت پناهگاه‌های موقتی مشخص شده است. لی و هیونگ (۲۰۱۷)، به بررسی و برنامه‌ریزی پناهگاه‌های زلزله با استفاده از GIS و تحلیل سلسله مراتبی برای شهر شانگهای چین پرداخته و نتیجه گرفتند که برنامه‌ریزی اسکان موقت می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌های ساخت، موجب کاهش فاصله پیموده شده توسط آسیب دیدگان تا رسیدن به پناهگاه مورد نظر گردد. بر این اساس، با بازنگری در استانداردهای مکان‌یابی پارک‌ها و در نظر گرفتن کاربری اسکان برای پارک می‌توان بسیاری از معیارها و زیرمعیارهای اسکان موقت را از قبل و در هنگام مکان‌یابی لحاظ کرد. سلطانی و المدرسی (۱۳۹۶)، به تعیین مکان مناطق اسکان موقت و سایت‌های امدادسانی پس از زلزله در بافت تاریخی شهر یزد با استفاده از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی و منطق فازی در محیط GIS پرداختند. نتایج تحقیق نشان دهنده کمبود فضاهای کافی برای استقرار زلزله زدگان در بافت تاریخی شهر یزد بوده است. بهادری و همکاران (۱۳۹۶)، مکان‌یابی بهینه محل اسکان موقت پس



نگاره ۱: نمایی از محدوده مطالعاتی

شمال استوا و ۵۲ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۲ درجه و ۴۵ دقیقه شرق نصف النهار گرینویچ واقع شده است. مساحت آن حدود ۳۲ کیلومتر مربع و جمعیت آن طبق سرشماری سال ۱۳۹۵ برابر با ۲۵۰۲۱۷ نفر است. بابل دومین شهر پرجمعیت استان مازندران می باشد. گسل های خزر به طول ۶۰۰ کیلومتر و البرز به طول ۶۸۰ کیلومتر از گسل های تأثیر گذار این محدوده می باشند. در نگاره ۱ نمایی از محدوده مطالعاتی و گسل های اصلی آن مشاهده می شود.

اولویت بالاتری برای اسکان موقت آسیب دیدگان در این منطقه قرار دارند. نصیرپور و همکاران (۱۳۹۳)، به مکان یابی بهینه محل های اسکان موقت آسیب دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از روش های چندمعیاری در محیط GIS در منطقه یک کرج پرداختند. مطابق نتایج تحقیق، کاربری هایی که دارای فضای سبز و باز و نزدیک به شبکه معابر اصلی هستند، به عنوان بهترین مکان جهت احداث سکونتگاه برای اسکان موقت آسیب دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری انتخاب شدند.

۲-۲- روش تحقیق

با توجه به اینکه مکان مناسب برای اسکان موقت تابع چندین معیار است، لذا مهمترین مرحله تحقیق استخراج این معیارهای مؤثر می باشد. برای استخراج معیارها ابتدا تحقیقات پیشین در این زمینه مطالعه شد و معیارهای مورد استفاده برای نظرخواهی در اختیار کارشناسان خبره قرار داده شد، با این فرض که علیرغم تحصیلات آکادمیک متفاوت سطح دانش کارشناسان در موضوع تحقیق بسیار به هم نزدیک است.

برخی از این معیارها بنا به دلایلی از جمله ویژگی های خاص جغرافیایی شهر بابل (مانند جلگه ای بودن) حذف شد و همچنین معیارهای جدیدی به مجموعه این معیارها اضافه شد. وزن دهی معیارها نیز به طور کامل توسط

۲- مواد و روش ها

۱-۲- منطقه مورد مطالعه

محدوده مطالعاتی تحقیق حاضر، شهر بابل (مرکز شهرستان بابل) از شهرهای بزرگ و مرکزی استان مازندران می باشد. شهرستان بابل از شمال به شهرستان بابلسر و دریای مازندران، از شرق به شهرستان قائمشهر، از غرب به شهرستان آمل و از جنوب به شهرستان سوادکوه و رشته کوه های البرز مرکزی محدود است.

شهر بابل یکی از شهرهای استان مازندران واقع در شهرستان بابل بوده و در حد فاصل ۱۴ کیلومتری دریای مازندران و ۱۰ کیلومتری رشته کوه البرز واقع شده است. بابل بین ۳۶ درجه و ۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۳۵ دقیقه

جدول ۱: مشخصات کارشناسان خبره تحقیق

تخصص	تحصیلات	سن	شغل
برنامه ریزی شهری	دکتری	۴۴ سال	عضو هیئت علمی دانشگاه
برنامه ریزی شهری	دکتری	۵۱ سال	مدیر شرکت مهندسی مشاور
مهندسی زلزله	دکتری	۳۶ سال	عضو هیئت علمی دانشگاه
مهندسی عمران	دانشجوی دکتری	۳۴ سال	اداره راه و شهرسازی مازندران
مدیریت بحران	کارشناسی ارشد	۴۵ سال	اداره راه و شهرسازی مازندران
مهندس عمران	کارشناس ارشد	۳۸ سال	جمعیت هلال احمر مازندران
مهندس عمران	کارشناسی	۵۰ سال	جمعیت هلال احمر مازندران
حوادث کار	کارشناسی	۴۳ سال	سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی بابل
مهندسی عمران	کاردانی	۴۸ سال	سازمان آتش نشانی و خدمات ایمنی ساری
پدافند غیرعامل	کارشناس ارشد	۳۲ سال	مدرس دانشگاه و پژوهشگر پدافند غیرعامل

کارشناسان خبره این تحقیق صورت پذیرفت. لذا می‌توان

معیارهای اسکان موقت و وزندهی صورت گرفته در این تحقیق را مختص به شهر بابل دانست و استفاده از آن برای شهرهایی با ویژگی‌های متفاوت نسبت به شهر بابل (مانند ویژگی‌های جغرافیایی، توپوگرافی، جمعیتی) را نادرست دانست. مشخصات کارشناسان خبره تحقیق در جدول ۱ ارائه شده است.

بعد از استخراج معیارها، متناسب با هر معیار نقشه‌های معیار با استفاده از توابع تحلیل GIS تولید شد و در نهایت با تلفیق نقشه‌های معیار، نقشه مناسب بودن اسکان موقت تولید و نقاط با بالاترین امتیاز به عنوان مراکز اسکان موقت مشخص شد.

۲-۳- استخراج معیارها

مدل طراحی شده در این تحقیق یک مدل تحلیل چندمعیاره مکانی^۱ است، چرا که اکثر معیارهای مدل ماهیت مکانی داشته‌اند و با استفاده از قابلیت‌های GIS می‌توان از تلفیق آن‌ها مسئله را حل نمود. در این مدل به هر گزینه (پیکسل) متناسب با مقادیر معیارها درجه‌ای از مناسب بودن (خیلی مناسب، مناسب، متوسط، نامناسب و خیلی نامناسب) اختصاص داده شده است. معیارهای مدل و طبقه‌بندی بر

اساس مقادیر آن در جدول ۲ ارائه شده است.

۲-۴- وزندهی معیارها

بعد از استخراج و طبقه‌بندی معیارها، باید درجه اهمیت نسبی آن‌ها با استفاده از یکی از روش‌های وزندهی مشخص گردد. روش‌های مختلفی برای وزندهی معیارها وجود دارد که در حالت کلی به روش‌های رتبه‌ای، درجه‌ای، مقایسه زوجی و تحلیل موازنه تقسیم می‌شوند (مالچفسکی، ۲۰۱۵). در این تحقیق وزندهی معیارها با مقایسات زوجی آن‌ها با استفاده از نظر کارشناسان خبره انجام شده است، لذا اهمیت محاسبه وزن در این حالت بیشتر می‌شود، چون عدم قطعیت‌های ناشی از قضاوت‌های ذهنی کارشناسان باید در محاسبات وزن لحاظ شود. کارشناسان برای مقایسه زوجی معیارها و بیان میزان برتری معیارها نسبت به همدیگر از متغیرهای زبانی استفاده کرده‌اند که خود عدم قطعیت‌هایی به همراه دارد. چنین عدم قطعیت‌هایی که ناشی از متغیرهای زبانی هستند با تئوری مجموعه فازی مدیریت می‌شوند (قاجاری و همکاران، ۲۰۱۸). در این تحقیق از روش AHP فازی استفاده شده است که در آن از اعداد فازی مثلثی برای بیان میزان ارجحیت معیارها به یکدیگر استفاده شده است (جدول ۳).

هر یک از کارشناسان مستقلاً و با استفاده از متغیرهای

1- Suitability Map

2- Spatial Multi Criteria Decision Analysis

جدول ۲: معیارهای مدل و طبقه‌بندی بر اساس میزان مناسب بودن (طبق نظر کارشناسان خبره تحقیق)

معیار	خیلی نامناسب	نامناسب	متوسط	مناسب	خیلی مناسب
فاصله از گسل (متر)	کمتر از ۱۲۰۰	۱۲۰۰ الی ۲۴۰۰	۲۴۰۰ الی ۳۶۰۰	۳۶۰۰ الی ۴۸۰۰	بیشتر از ۴۸۰۰
فاصله از رودخانه (متر)	کمتر از ۹۰۰	۹۰۰ الی ۱۸۰۰	۱۸۰۰ الی ۲۷۰۰	۲۷۰۰ الی ۳۶۰۰	بیشتر از ۳۶۰۰
کاربری زمین	تأسیسات، میراث فرهنگی، بافت قدیمی، مسکونی	تجاری، جهانگردی، صنعتی	آموزشی، اداری، مذهبی، باغ مسکونی	بهداشتی، درمانی، پارکینگ روباز، تفریحی، پارک	فضای سبز، ورزشی، زمین خالی
فاصله از تأسیسات (متر)	کمتر از ۵۰۰	۵۰۰ الی ۱۰۰۰	۱۰۰۰ الی ۱۵۰۰	۱۵۰۰ الی ۲۰۰۰	بیشتر از ۲۰۰۰
دسترسی به شبکه معابر (متر)	بیشتر از ۱۶۰۰	۱۶۰۰ الی ۱۲۰۰	۱۲۰۰ الی ۸۰۰	۸۰۰ الی ۴۰۰	کمتر از ۴۰۰
فاصله از آتش نشانی (متر)	بیشتر از ۴۰۰۰	۴۰۰۰ الی ۳۰۰۰	۳۰۰۰ الی ۲۰۰۰	۲۰۰۰ الی ۱۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰
تراکم جمعیت (نفر در هکتار)	کمتر از ۳۰۰۰	۳۰۰۰ الی ۴۰۰۰	۴۰۰۰ الی ۱۰۰۰۰	۱۰۰۰۰ الی ۱۴۰۰۰	بیشتر از ۱۴۰۰۰
فاصله از ساختمان بلند (متر)	کمتر از ۵۰۰	۵۰۰ الی ۱۰۰۰	۱۰۰۰ الی ۱۵۰۰	۱۵۰۰ الی ۲۰۰۰	بیشتر از ۲۰۰۰
فاصله از مراکز انتظامی (متر)	بیشتر از ۴۰۰۰	۴۰۰۰ الی ۳۰۰۰	۳۰۰۰ الی ۲۰۰۰	۲۰۰۰ الی ۱۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰
فاصله از مراکز درمانی (متر)	بیشتر از ۴۰۰۰	۴۰۰۰ الی ۳۰۰۰	۳۰۰۰ الی ۲۰۰۰	۲۰۰۰ الی ۱۰۰۰	کمتر از ۱۰۰۰

جدول ۳: متغیرهای زبانی و اعداد فازی مثلثی معادل آنها (تاجاری و همکاران، ۲۰۱۷)

متغیرهای زبانی	عدد فازی مثلثی معادل	عدد فازی مثلثی معکوس
کاملاً برابر	(۱و۱و۱)	(۱و۱و۱)
بینابین	(۱و۲و۳)	(۱و۳و۱/۲)
کمی بهتر	(۲و۳و۴)	(۱/۲و۳و۴)
بینابین	(۳و۴و۵)	(۱/۳و۴و۵)
بهتر	(۴و۵و۶)	(۱/۴و۵و۶)
بینابین	(۵و۶و۷)	(۱/۵و۶و۷)
خیلی بهتر	(۶و۷و۸)	(۱/۶و۷و۸)
بینابین	(۷و۸و۹)	(۱/۷و۸و۹)
برتری مطلق	(۸و۹و۹)	(۱/۸و۹و۹)

زبانی که در جدول ۳ ارائه شده است ماتریس مقایسه زوجی را تکمیل نمودند. بعد از تجمیع نظرات کارشناسان و میانگین‌گیری ماتریس‌های مقایسه زوجی، طبق نظر کارشناسان، یک ماتریس مقایسه زوجی، به دست آمد که میانگین هندسی فازی ماتریس‌های مقایسه زوجی هر یک از کارشناسان می‌باشد. عملگرهای پایه فازی مورد استفاده در این تحقیق در روابط ۱ الی ۴ ارائه شده است. اگر اعداد فازی را با سه تایی (l,m,u) نشان دهیم عملگرهای پایه عبارتند از (وی و لو، ۲۰۱۸؛ چن و چانگ، ۲۰۱۰):

رابطه ۱: جمع فازی

$$\vec{A}_1 \oplus \vec{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \oplus (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2)$$

رابطه ۲: تفریق فازی

$$\vec{A}_1 - \vec{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2)$$

رابطه ۳: ضرب فازی

$$\vec{A}_1 \otimes \vec{A}_2 = (l_1, m_1, u_1) \otimes (l_2, m_2, u_2) = (l_1 \cdot l_2, m_1 \cdot m_2, u_1 \cdot u_2)$$

رابطه ۴: معکوس فازی

$$\vec{A}_1^{-1} = (l, m, u)^{-1} = \left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l}\right)$$

ماتریس مقایسه زوجی فازی نهایی (با عناصر غیرفازی)

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (SID)
 طراحی و پیاده‌سازی یک مدل GIS مبنای برای ... / ۳۵

رابطه ۵: ماتریس مقایسه زوجی فازی

$$\tilde{A} = \begin{pmatrix} \tilde{1} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{m1} & \dots & \tilde{1} \end{pmatrix}$$

رابطه ۶: میانگین هندسی فازی

$$\tilde{r}_i = (\tilde{a}_{i1} \otimes \tilde{a}_{i2} \otimes \dots \otimes \tilde{a}_{in})^{\frac{1}{n}}$$

رابطه ۷: محاسبه وزن‌های فازی نهایی

$$\tilde{w}_i = \tilde{r}_i \otimes (\tilde{r}_1 \oplus \tilde{r}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{r}_n)^{-1}$$

وزن‌های فازی به دست آمده از این روش باید غیرفازی شوند. روش‌های مختلفی برای غیرفازی کردن اعداد فازی وجود دارد که در این تحقیق از روش مرکز ثقل استفاده شده

شده با رابطه ۸) در جدول شماره ۴ نشان داده شده است. متدهای مختلفی در محاسبه وزن معیارها در تحلیل سلسله مراتبی فازی وجود دارد که در این تحقیق با روش میانگین هندسی فازی محاسبه شده است.

در این روش ابتدا ماتریس مقایسه زوجی فازی تشکیل می‌شود و سپس میانگین هندسی فازی و وزن فازی هر یک از معیارها محاسبه می‌گردد که در روابط ۵ تا ۷ نشان داده شده است (سینگ و پریش، ۲۰۱۹؛ جاسکوسکی و همکاران، ۲۰۱۰).

کلیه محاسبات در روش تحلیل سلسله مراتبی فازی با یک سری عملگرهای پایه در محاسبات فازی صورت پذیرفته است که در روابط ۱ الی ۴ ارائه شده‌اند.

جدول ۴: ماتریس مقایسه زوجی فازی ترکیبی

معیارها	فاصله از رودخانه	فاصله از گسل	کاربری زمین	فاصله از تاسیسات	فاصله از معابر	فاصله از آتش نشانی	تراکم جمعیت	فاصله از ساختمان بلند	فاصله از مراکز درمانی	فاصله از مراکز انتظامی
فاصله از رودخانه	(۱و۱)	۲/۳۳۵	۰/۴۷۱	۲/۹۶۵	۰/۵۱۳	۳/۹۸۴	۸/۸۶۶	۳/۲۲۸	۸/۸۷۵	۶/۱۲۴
فاصله از گسل	(۱و۱)	۰/۴۲۸	۰/۵۲۱	۲/۳۳۱	۱/۱۲۱	۱/۸۴۵	۳/۰۱۲	۳/۱۵۶	۹/۱۵۵	۴/۲۲۳
کاربری زمین	(۱و۱)	۲/۱۲۳	۱/۹۱۹	۴/۵۵۶	۱/۶۲۱	۲/۹۹۱	۴/۰۱۴	۳/۸۶۶	۸/۴۵۶	۷/۴۵۶
فاصله از تاسیسات (متر)	۰/۳۳۷	۰/۴۲۹	۰/۲۱۹	(۱و۱)	۰/۲۵۹	۰/۴۴۴	۱/۲۲۷	۱/۲۶۹	۴/۹۵۸	۲/۵۶۳
دسترسی به شبکه معابر (متر)	۱/۹۴۹	۰/۸۹۲	۰/۶۱۷	۳/۸۶۱	(۱و۱)	۲/۱۴	۴/۵۳۲	۴/۶۲۳	۹/۰۲۳	۷/۲۹۶
فاصله از آتش نشانی	۰/۲۵۱	۰/۵۴۲	۰/۳۳۴	۲/۲۵۲	۰/۴۶۷	(۱و۱)	۲/۲۲۲	۰/۹۵۱	۷/۳۲۸	۳/۵۶۰
تراکم جمعیت	۰/۱۱۳	۰/۳۳۲	۰/۲۴۹	۰/۸۱۵	۰/۲۲۱	۰/۴۵	(۱و۱)	۱/۱۴۵	۴/۲۲۶	۲/۱۴۷
فاصله از ساختمان بلند	۰/۳۱۰	۰/۳۱۷	۰/۲۵۹	۰/۷۸۸	۰/۲۱۶	۱/۰۵۱	۰/۸۷۳	(۱و۱)	۴/۵۶	۲/۲۲۴
فاصله از مراکز انتظامی	۰/۱۱۳	۰/۱۰۹	۰/۱۱۸	۰/۲۰۲	۰/۱۱۱	۰/۱۳۶	۰/۲۳۶	۰/۲۱۹	(۱و۱)	۰/۳۹۸
فاصله از مراکز درمانی	۰/۱۶۳	۰/۲۳۷	۰/۱۳۴	۰/۳۹۰	۰/۱۳۷	۰/۲۸۱	۰/۴۶۶	۰/۴۵	۲/۵۱۲	(۱و۱)
وزن نهایی	۰/۱۷۸۱	۰/۱۸۵۰	۰/۲۰۴۳	۰/۰۵۶۰	۰/۱۶۹۶	۰/۰۷۷۴	۰/۰۴۲۱	۰/۰۴۹۰	۰/۰۱۴۰	۰/۰۲۴۵

با همپوشانی وزن دار این نقشه‌ها، به نقشه نهایی که نشان دهنده درجه مناسب بودن هر پیکسل برای اسکان موقت است، رسید.

روش تلفیق نقشه‌های معیار در این تحقیق میانگین وزن دار خطی می‌باشد که در رابطه ۹ ارائه شده است.
رابطه ۹: میانگین وزن دار خطی

$$V_i = \sum_{j=1}^n W_j * R_{ij}, i = 1, 2, \dots, m$$

در رابطه (۹) V_i درجه مناسب بودن پیکسل i ، W_j وزن معیار j و R_{ij} مقدار هر معیار در پیکسل شماره i و j می‌باشد. در این تحقیق با استفاده از تابع Raster Calculator موجود در نرم افزار ArcGIS نقشه های معیار با یکدیگر تلفیق شد و نقشه نهایی تولید شد که در نگاره ۲ ارائه شده است.

۳- یافته‌ها

با بررسی و تحلیل نقشه مناسب بودن مناطق شهر بابل برای اسکان موقت زلزله مشخص شد که تنها ۷ درصد (۲۲۴ هکتار) از محدوده شهر بابل برای اسکان موقت مناسب است.

این ۲۲۴ هکتار که اکثراً در محدوده کمربندی شرقی شهر بابل (حدفاصل جاده بابل به قائم‌شهر و سه راهی کیاکلا) قرار دارند با توجه به سایر استانداردهای اسکان موقت مانند حداقل مساحت، مورد بررسی قرار گرفت که در نهایت شش محل و در مجموع ۱۰۷ هکتار (کمتر از ۴ درصد) برای اسکان موقت مناسب تشخیص داده شد. محل‌های پیشنهادی اسکان موقت شهر بابل در نگاره ۳ مشخص شده‌اند.

اولین مکان پیشنهادی در شرق شهر بابل و در نزدیکی کمربندی شرقی بابل و تالاب نیلوفر آبی شهر بابل قرار دارد که منطقه‌ای با وسعت بسیار بالا (۳۷ هکتار) و دارای امکانات کامل آب، برق و گاز است. طبق نظر کارشناسان

است که بهترین مقدار غیرفازی برای اعداد فازی را می‌دهد و فرمول آن در رابطه ۸ آمده است (لوپز و همکاران، ۲۰۱۹؛ چن و همکاران، ۲۰۱۱).

رابطه ۸: غیرفازی سازی وزن‌های نهایی

$$BNP = l + \frac{(u-l) + (m-l)}{3}$$

در پایان برای بررسی سازگاری نظرات کارشناسان، نرخ ناسازگاری ماتریس‌های مقایسه زوجی هر یک از کارشناسان محاسبه شد که همگی کمتر از ۰/۱ بود که نشان‌دهنده سازگاری قابل قبول بین نظراتشان است. همچنین نرخ ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی ترکیبی نیز محاسبه شد که مقدار ۰/۰۶۹ به دست آمد که حاکی از سازگاری قابل قبول نظرات کارشناسان خبره می‌باشد.

برای محاسبه نرخ ناسازگاری، ابتدا تمامی ماتریس‌های مقایسه زوجی با روش مرکز ثقل غیرفازی شدند و بعد هم با استفاده از روابط موجود در روش تحلیل سلسله مراتبی کلاسیک نرخ ناسازگاری ماتریس‌ها محاسبه شد.

۲-۵- تولید و نرمال سازی نقشه‌های معیار

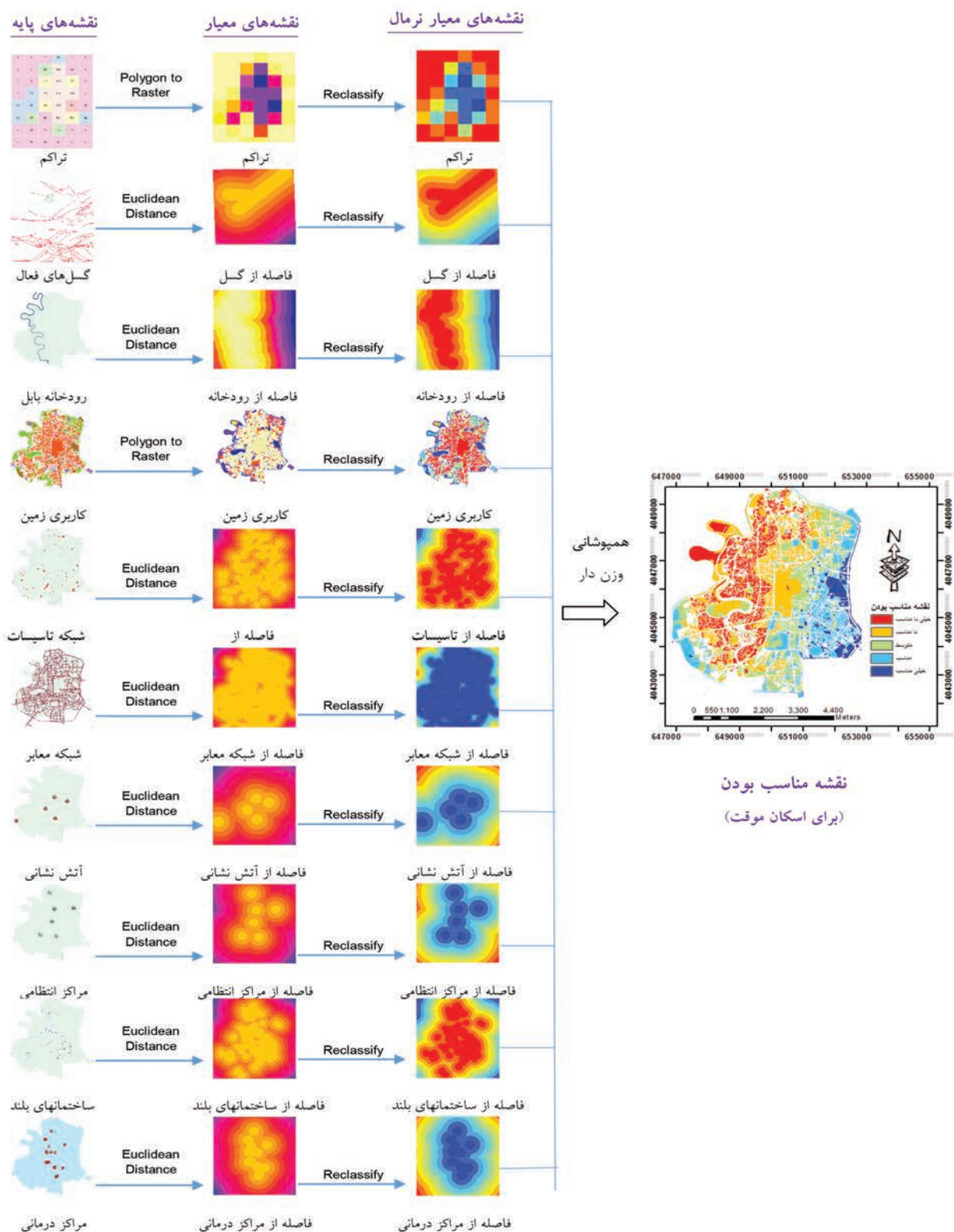
در این تحقیق به ازای هر معیار یک لایه رستری با اندازه پیکسل ۳۰ متری تولید شد که مقدار هر پیکسل در هر نقشه معیار نشان دهنده مقدار معیار در آن مکان (گزینه) می‌باشد. با توجه به اینکه ماهیت و مقادیر معیارها در نقشه‌های تولید شده همگن نمی‌باشد، برای تلفیق آنها جهت دستیابی به نتایج تحقیق نیاز به نرمال سازی نقشه‌های معیار می‌باشد.

نرمال سازی نقشه‌های معیار رستری با تابع Reclassify در نرم افزار ArcGIS انجام پذیرفت و هر نقشه به ۵ کلاس طبقه بندی شد. نقشه‌های معیار و نقشه‌های معیار نرمال شده در نگاره ۲ نشان داده شده است.

۲-۶- تلفیق نقشه‌های معیار نرمال

بعد از تولید و نرمال سازی نقشه‌های معیار، باید

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (SID)
 طراحی و پیاده‌سازی یک مدل GIS مبنای ... / ۳۷



نگاره ۲: مدل GIS-MCDA تحقیق

در محدوده داخل شهر می‌باشد، یک زمین خالی به مساحت ۵ هکتار در ضلع شمالی گلزار شهدای معتمدی است. مکان بعدی که آن هم در داخل شهر قرار دارد خوابگاه امینیان (پسران) دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل به مساحت ۴ هکتار می‌باشد.

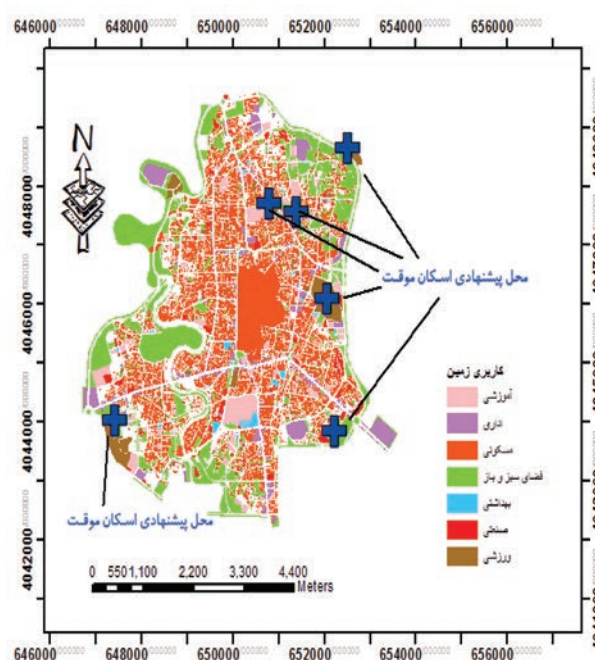
آخرین مکان پیشنهادی اگرچه در تحلیل نهایی به اندازه پنج مکان پیشنهادی دیگر امتیاز بالایی کسب نکرده است، اما تنها مکان با بالاترین امتیاز در ضلع غربی بابل قرار دارد. به عبارتی ساکنین شهر بابل را می‌توان به دو گروه ساکن در ضلع شرقی و غربی بابل تقسیم نمود و تنها مکانی که حداقل امتیازهای لازم برای اسکان موقت زلزله زدگان غرب بابل را دارد همین محل با مساحت ۲۸ هکتار است که در فاصله بسیاری کوتاهی در جنوب اتوبان امام خامنه‌ای قرار دارد.

۴- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این تحقیق شش محل که بالاترین امتیاز را در محدوده مطالعاتی تحقیق داشتند به عنوان محل‌های پیشنهادی اسکان موقت شهر بابل انتخاب شدند که مساحت آن‌ها در مجموع حدود ۱۰۷ هکتار می‌باشد.

با توجه به اینکه طبق استانداردهای بین‌المللی، سرانه هر نفر برای اسکان موقت به طور متوسط ۴ متر مربع می‌باشد (تو و کاتو، ۲۰۱۸؛ هندمر و داووز، ۲۰۱۲)، شهر بابل با حدود ۲۵۰۲۱۷ نفر جمعیت به طور متوسط به ۱۰۰ هکتار فضا برای اختصاص به اسکان موقت دارد. اگرچه می‌توان گفت فضای پیشنهادی برای اسکان موقت (۱۰۷ هکتار) در شهر بابل تقریباً به اندازه فضای مورد نیاز (۱۰۰ هکتار) است، اما اگر نرخ رشد جمعیت شهر بابل و از طرفی افزایش ساخت و ساز و در نتیجه آن کاهش فضای مناسب برای اسکان موقت در نظر گرفته شود، قطعاً در آینده‌ای نزدیک شهر بابل با کمبود فضای مناسب جهت اختصاص به اسکان موقت زلزله‌زدگان مواجه خواهد بود. از طرفی پراکنش محل‌های مناسب برای اسکان موقت

مربوطه، احداث سالن ورزشی در این مکان که بتوان در صورت وقوع زلزله از آن به عنوان محلی برای اسکان موقت زلزله‌زدگان استفاده نمود راهکاری مناسب می‌باشد. دومین مکان پیشنهادی در شمال شرقی شهر بابل و در حد فاصل روستاهای رمنت و پری کلا می‌باشد.



نگاره ۳: محل‌های پیشنهادی اسکان موقت

این محدوده زمین خالی بدون استفاده‌ای به مساحت ۱۱ هکتار می‌باشد که در مذاکره با شورای اسلامی این دو روستا، موافقت اولیه برای تغییر کاربری آن به نحوی که قابل استفاده برای اسکان موقت باشد اخذ شده است. سومین محل پیشنهادی زمینی به مساحت ۲۲ هکتار در جنوب شرقی شهر بابل و در حوالی اتوبان بابل-قائم شهر می‌باشد.

اگرچه این محل در محدوده روستای وستی کتی قرار دارد، اما با توجه به از بین رفتن مرز بین شهر بابل و روستاهای اطراف آن در عمل از نظر سبک زندگی و امکانات بسیار شبیه منطقه شهری بابل است.

مکان پیشنهادی چهارم که بر خلاف سه مورد قبل تقریباً

کامل مشخص شد.

یکی از مهمترین مراحل تحقیق و البته دشواری‌های تحقیق، دستیابی به داده‌های مکانی به روز و دقیق متناسب با معیارهای مورد نظر مکان‌یابی می‌باشد. بنابراین توجه به زیرساخت داده مکانی در تمامی سازمان‌های اداری استان به ویژه سازمان‌های متولی بحران زلزله پیشنهاد می‌گردد. بدیهی است مدیریت بحران که شامل فازهای قبل بحران، حین بحران و پس از بحران می‌باشد، تنها با استفاده از فناوری‌های نوین و نوظهور همچون فناوری‌های ژئوماتیک امکان‌پذیر می‌باشد. با توجه به تنوع تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه، تحقیق حاضر را می‌توان با استفاده از سایر تکنیک‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره مانند الکتراه، پرومته، تاپسیس و در تلفیق با سایر تئوری‌های عدم قطعیت مانند فازی نوع دوم، فازی شهودی، دمپستر شافر، تحلیل درجات خاکستری و غیره نیز انجام داد.

۵- تشکر و قدردانی

از همه کارشناسان خبره به ویژه افرادی که در استخراج معیارها و وزن‌دهی آن‌ها همکاری صمیمانه‌ای نمودند تشکر و قدردانی ویژه دارم. همچنین از کارشناسان اداره راه و شهرسازی مازندران، آب منطقه‌ای مازندران و شهرداری بابل و سازمان مدیریت بحران استان مازندران برای در اختیار قرار دادن داده‌های مورد نیاز تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایم.

از دانشجوی کارشناسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، آقای مجتبی مختاری دونچالی برای تلاش در جهت برداشت‌های میدانی داده‌ها و انجام مصاحبه با کارشناسان مربوطه تقدیر و تشکر به عمل می‌آید. در پایان ضمن تشکر از حوزه معاونت پژوهشی و گروه مهندسی نقشه‌برداری دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، لازم به ذکر می‌دانم که این طرح تحقیقاتی با حمایت مالی دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل از محل گرنت به شماره BNUT/389031/98 انجام شده است.

منطقی نیست، چرا که اکثر محل‌های مناسب در قسمت شرقی و آن هم در محدوده مرزی شهر قرار گرفته‌اند. در حالی که در حالت ایده‌آل انتظار می‌رود این نقاط باید در سطح شهر پراکنده باشند تا تمامی اهالی شهر دسترسی یکسانی به آن داشته باشند.

در نتیجه باید گفت شهر بابل وضعیت مناسبی از نظر اسکان موقت زلزله زدگان ندارد که آن هم به دلیل عدم لحاظ نمودن این مراکز مهم در برنامه‌ریزی شهری می‌باشد.

با توجه به نتایج تحقیق که حاکی از عدم وجود فضای کافی (در آینده نزدیک) و پراکنش مناسب (در حال حاضر) جهت اسکان موقت زلزله‌زدگان در شهر بابل می‌باشد پیشنهاداتی در راستای استفاده بهینه از این فضاهای موجود ارائه می‌شود.

از جمله پیشنهادات تحقیق حاضر در این خصوص ساخت سازه‌های چندمنظوره در محل‌های پیشنهادی می‌باشد. به عنوان مثال سالن‌های ورزشی، مراکز تفریحی و پارک‌ها از جمله سازه‌های چندمنظوره‌ای هستند که در صورت وقوع زلزله می‌توانند به عنوان محل‌های اسکان موقت مورد استفاده قرار بگیرند.

علاوه بر ساخت سازه‌ها، تدارک دیدن تجهیزات و خدمات ضروری در این محل‌ها پیشنهاد می‌گردد. در همین راستا لازم است مدیریت بحران استانداری مازندران و فرمانداری شهرستان بابل برنامه‌ریزی اسکان موقت را در دستور کار خود قرار داده و در هماهنگی کامل با شورای اسلامی شهر بابل و اختصاص بودجه مناسب، اقدام عملی برای تجهیز فضاهای مناسب برای اسکان موقت در این شهر زلزله خیز را انجام دهند.

همچنین پیشنهاد می‌گردد در تهیه طرح‌های شهری که با مدیریت اداره کل راه و شهرسازی استان مازندران و شهرستان بابل صورت می‌پذیرد، به موارد مهمی همچون اختصاص فضای مناسب جهت اسکان موقت زلزله‌زدگان و همچنین سایر بحران‌ها همانند سیل و زمین لغزش هم توجه کافی و لازم بشود که متأسفانه در این تحقیق این خلاء به طور

European Scientific Journal, ESJ; 11(10).

8. Andreassen, N., Borch, O. J., Kuznetsova, S., & Markov, S. (2018). Emergency Management in Maritime Mass Rescue Operations: The Case of the High Arctic. In Sustainable Shipping in a Changing Arctic (pp. 359-381). Springer, Cham.

9. Anhorn, J., & Khazai, B. (2015). Open space suitability analysis for emergency shelter after an earthquake. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 15(4), 789-803.

10. Banica, A., Rosu, L., Muntele, I., & Grozavu, A. (2017). Towards Urban Resilience: A Multi-Criteria Analysis of Seismic Vulnerability in Iasi City (Romania). *Sustainability*, 9(2), 270.

11. Boostani, A., Jolai, F., & Bozorgi-Amiri, A. (2018). Optimal location selection of temporary accommodation sites in Iran via a hybrid fuzzy multiple-criteria decision making approach. *Journal of Urban Planning and Development*, 144(4), 04018039. Chen, H. W., & Chang, N. B. (2010). Using fuzzy operators to address the complexity in decision making of water resources redistribution in two neighboring river basins. *Advances in water resources*, 33(6), 652-666.

12. Chen, V.Y.C., Pang Lien, H., Liu, C.H., Liou, J.J.H., Hshiang Tzeng, G., Yang, L.S., (2011). "Fuzzy MCDM approach for selecting the best environment-watershed plan". *Appl. SoftComput.* volume 11, pp 265-275

13. Choobbasti, A., Naghizadehrokni, M., & Charaty, R. (2017). Microzonation of Liquefaction Hazard using Liquefaction Index in Babol City. *Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS & AGSSEA*, 48.

14. Contreras, D., Forino, G., & Blaschke, T. (2018). Measuring the progress of a recovery process after an earthquake: The case of L'aquila, Italy. *International journal of disaster risk reduction*, 28, 450-464.

15. Ebrahimian-Ghajari, Y., AleSheikh, A. A., Modiri, M., Hosnavi, R., & Nekouei, M. A. (2016). Modeling of seismic vulnerability of urban buildings in geographic information system environment: A case study in Babol, Iran. *Journal of Rescue and Relief*, 7(4), 12-25.

16. Ghajari, Y., Alesheikh, A., Modiri, M., Hosnavi, R., & Abbasi, M. (2017). Spatial modelling of urban physical

منابع و مأخذ

۱. بوذرجمهری، جوانی، کاتبی؛ خدیجه، خدیجه، مجیدرضا. (۱۳۹۴)، مکانیابی بهینه پایگاه اسکان موقت در مدیریت بحران نواحی روستایی (نمونه مورد مطالعه: بخش مرکزی شهرستان فاروج)، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره شانزدهم، صص ۱-۱۹.

۲. بهادری، هاشمی نژاد، برانی، کریمی؛ هادی، آراز، مریم، امجد. (۱۳۹۶)، مکان یابی بهینه محل اسکان موقت پس از زلزله (مطالعه موردی: شهر مهاباد)، مجله مخاطرات محیط طبیعی، سال ششم، شماره سیزدهم، صص ۱۰۹-۱۴۲.

۳. پیام راد، وفائی نژاد؛ داوود، علیرضا (۱۳۹۴)، کمک به مدیریت بحران زلزله با مکان یابی مراکز اسکان موقت با استفاده از یک سیستم حامی تصمیم گیری GIS مینا (مطالعه موردی: منطقه ۸ شهرداری اصفهان)، نشریه علمی پژوهشی علوم و فنون نقشه برداری، دوره ۵، شماره ۲، صص ۲۳۱-۲۴۶.

۴. سلطانی، المدرسی؛ زینب، سیدعلی (۱۳۹۶)، تعیین مکان مناطق اسکان موقت و سایت های امداد رسانی پس از زلزله در بافت تاریخی شهر یزد با استفاده از AHP, FAHP و FUZZY LOGIC و GIS، جغرافیا و آمایش شهری- منطقه ای، شماره ۲۲، صص ۱-۲۰.

۵. نصیرپور، طیب، داداشی، حسن آبادی؛ غفور، علیرضا، مریم، علی (۱۳۹۳)، مکان یابی بهینه محل های اسکان موقت آسیب دیدگان ناشی از زلزله در مناطق شهری با استفاده از روش های چندمعیاری GIS، مطالعه موردی: منطقه یک کرج، همایش ملی کاربرد مدل های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، شهرداری یزد.

6. Amideo, A. E., Scaparra, M. P., & Kotiadis, K. (2018). Optimising shelter location and evacuation routing operations: The critical issues. *European Journal of Operational Research*.

7. Anand A, Jethoo AS, Sharma G. (2015). Selection of temporary rehabilitation location after disaster: a review.

- Thessaloniki, Greece. Sustainability, 10(10), 3573.
27. Pourghasemi, H. R., & Rossi, M. (Eds.). (2019). Natural Hazards GIS-based Spatial Modeling Using Data Mining Techniques. Springer.
28. Rezaei, S., & Choobasti, A. J. (2018). Evaluation of local site effect from microtremor measurements in Babol city, Iran. Journal of Seismology, 22(2), 471-486.
29. Seddighi, H., & Salmani, I. (2019). Gender Differences in Children Mental Health Disorders after Earthquakes in Iran: A Systematic Review. Journal of Community Health Research, 8(1), 54-64.
30. Singh, A., & Prasher, A. (2019). Measuring healthcare service quality from patients' perspective: using Fuzzy AHP application. Total Quality Management & Business Excellence, 30(3-4), 284-300.
31. Song, S., Zhou, H., & Song, W. (2019). Sustainable shelter-site selection under uncertainty: A rough QUALIFLEX method. Computers & Industrial Engineering, 128, 371-386.
32. Tang, V., & Wen, A. (2015). An intelligent simulation system for earthquake disaster assessment, computers & Geosciences vol.35: 871-879.
33. To, N. T., & Kato, T. (2018). Characteristics and development of policy and institutional structures of emergency response in Vietnam. International journal of disaster risk reduction, 31, 729-741.
34. Wei, G., & Lu, M. (2018). Pythagorean fuzzy power aggregation operators in multiple attribute decision making. International Journal of Intelligent Systems, 33(1), 169-186.
35. Zhang, P., Yang, R., Liu, X., Liu, Y., & Zhang, H. (2016). A GIS-based urban vulnerability and emergency response research after an earthquake disaster. In Proceedings of the Second ACM SIGSPATIAL International Workshop on the Use of GIS in Emergency Management (p. 11). ACM.
- vulnerability to explosion hazards using GIS and Fuzzy MCDA. Sustainability, 9(7), 1274.
17. Ghajari, Y. E., Alesheikh, A. A., Modiri, M., Hosnavi, R., Abbasi, M., & Sharifi, A. (2018). Urban vulnerability under various blast loading scenarios: Analysis using GIS-based multi-criteria decision analysis techniques. Cities, 72, 102-114
18. Hadavi F, Zamani M, Movasati M, Koohgard K, Hadavi M. (2014). Optimal site selection for temporary housing after an earthquake in urban areas using multiple criteria decision-making methods and GIS (A case study of municipal district 6, Tehran metropolis). Journal of Applied Environmental and Biological Sciences; 5(1):6-13.
19. Handmer, J., & Dovers, S. (2012). The handbook of disaster and emergency policies and institutions. Routledge.
20. Jaskowski, P., Biruk, S., & Bucon, R. (2010). Assessing contractor selection criteria weights with fuzzy AHP method application in group decision environment. Automation in construction, 19(2), 120-126
21. Li H, Zhao L, Huang R, Hu Q. (2017). Hierarchical earthquake shelter planning in urban area: a case for Shanghai in China. International Journal of Disaster Risk Reduction.
22. López, S., Márquez, A. A., Márquez, F. A., & Peregrín, A. (2019). Evolutionary Design of Linguistic Fuzzy Regression Systems with Adaptive Defuzzification in Big Data Environments. Cognitive Computation, 1-12.
23. Malczewski, J., & Rinner, C. (2015). Multicriteria decision analysis in geographic information science. New York: Springer.
24. Meerow, S., Newell, J. P., & Stults, M. (2016). Defining urban resilience: A review. Landscape and urban planning, 147, 38-49.
25. Paton, D., & Johnston, D. (2017). Disaster resilience: an integrated approach. Charles C Thomas Publisher.
26. Pitidis, V., Tapete, D., Coaffee, J., Kapetas, L., & Porto de Albuquerque, J. (2018). Understanding the implementation challenges of urban resilience policies: investigating the influence of urban geological risk in

